

AS

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-060096

(43)Date of publication of application : 25.02.2000

(51)Int.Cl.

H02K 21/22
F03D 9/00

(21)Application number : 10-231312

(71)Applicant : SAWAFUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 18.08.1998

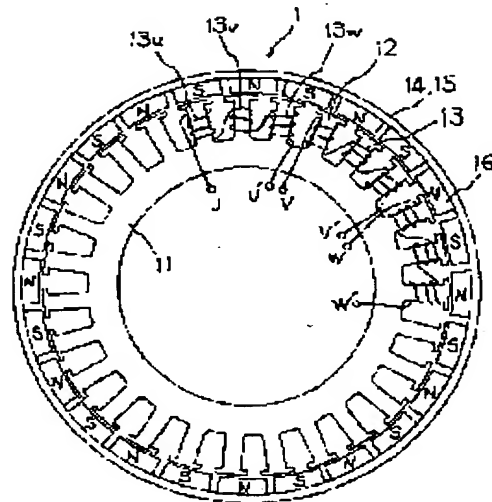
(72)Inventor : TANAKA NORIYUKI
YOSHIDA TAKASHI

(54) WIND-POWER GENERATION SET

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce starting torque and to make it possible to start a wind-power generation set easily even with weak wind, by specifying the ratio of the number of the magnetic poles of magnetic field to that of the salient poles of an armature.

SOLUTION: An armature 11 is provided with salient poles 12 extending in the axial direction on the external circumference at an equal interval in the circumferential direction, and these salient poles 12 are wound with windings 13. The windings 13 of each phase are wound on three pieces of the salient poles 12 which run in the circumferential direction, for instance, and the salient pole 12 in the middle is wound with windings 13 in the reverse direction to that of windings 13 on the neighboring salient poles 12. Then, a permanent magnet 16 is provided virtually parallel to the axis on the inside circumferential surface of a yoke 15 which constitutes a field system 14. In this case, if N = the number of the salient poles 12 of the armature 11 and M = the number of the permanent magnets 16 of the field system 14, i.e., the number of magnetic poles, the magnets 16 are structured in such a way as to fill $M:N=8:9$. Here, N , the number of the salient poles 12, is the integral multiplies of three. This constitution can reduce the starting torque from a stationary state, thereby making it possible to start a wind-power generation set easily even with weak wind.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

⌋ [Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-60096

(P2000-60096A)

(43) 公開日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 2 K 21/22

H 0 2 K 21/22

M 3 H 0 7 8

F 0 3 D 9/00

F 0 3 D 9/00

B 5 H 6 2 1

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-231312

(22) 出願日 平成10年8月18日 (1998.8.18)

(71) 出願人 000253075

澤藤電機株式会社

東京都練馬区豊玉北6丁目15番14号

(72) 発明者 田中 典幸

群馬県新田郡新田町大字早川字早川3番地

澤藤電機株式会社新田工場内

(72) 発明者 吉田 孝史

群馬県新田郡新田町大字早川字早川3番地

澤藤電機株式会社新田工場内

(74) 代理人 100074848

弁理士 森田 寛 (外2名)

Fターム(参考) 3H078 AA26 BB02 CC22

5H621 AA03 BB10 GA01 GA04 GA16

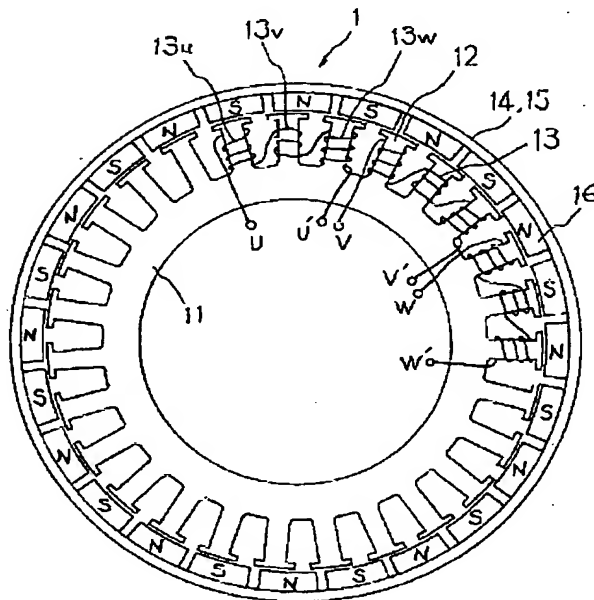
GB14 HH05 JK02

(54) 【発明の名称】 風力発電装置

(57) 【要約】

【課題】 起動トルクが小であり、弱風でも容易に始動できる風力発電装置を提供する。

【解決手段】 外周に軸線方向に延びる複数個の突極を備えこれらの突極に巻線を巻装してなる電機子と、この電機子の外方に設けられると共に内周面に軸線と平行に複数個の永久磁石を設けてなる界磁とを備え、風力によって前記電機子と界磁とを相対回転させるように構成した風力発電装置において、電機子の突極の数Nを9以上の3の整数倍に形成し、電機子の巻線の各相を3個の突極に巻装すると共に中間の突極には他の2個の突極の巻線とは逆方向の巻線を巻装し、界磁の磁極の数Mと前記電機子の突極の数Nとの比をM : N = 8 : 9に形成する。



11:電機子, 12:突極, 14:界磁, 16:永久磁石

【特許請求の範囲】

【請求項1】 外周に軸線方向に延びる複数個の突極を備えこれらの突極に巻線を巻装してなる電機子と、この電機子の外方に設けられると共に内周面に軸線と平行に複数個の永久磁石を設けてなる界磁とを備え、風力によって前記電機子と界磁とを相対回転させるように構成した風力発電装置において、

電機子の突極の数 N を9以上の3の整数倍に形成し、電機子の巻線の各相を3個の突極に巻装すると共に中間の突極には他の2個の突極の巻線とは逆方向の巻線を巻装し、界磁の磁極の数 M と前記電機子の突極の数 N との比を $M:N=8:9$ に形成したことを特徴とする風力発電装置。

【請求項2】 3個の突極に巻装した巻線に誘起される電圧の位相が異なるように形成したことを特徴とする請求項1記載の風力発電装置。

【請求項3】 外周に軸線方向に延びる複数個の突極を備えこれらの突極に巻線を巻装してなる電機子と、この電機子の外方に設けられると共に内周面に軸線と平行に複数個の永久磁石を設けてなる界磁とを備え、風力によって前記電機子と界磁とを相対回転させるように構成した風力発電装置において、

電機子の突極の数 N を $6n+3$ ($n=1, 2, 3, \dots$) に形成し、かつ界磁の磁極の数 M を $(6n+3) \pm 1$ に形成し、前記突極に巻回される巻線をU相、V相、W相の三相巻線とし、これらの三相巻線の各相の巻線を $2n+1$ 個の突極連続巻きを単位にした巻線形態で順次巻回すると共に、この $2n+1$ 個の突極連続巻きで巻回した巻線を隣の巻線と逆方向巻きに形成したことを特徴とする風力発電装置。

【請求項4】 外周に軸線方向に延びる複数個の突極を備えこれらの突極に巻線を巻装してなる電機子と、この電機子の外方に設けられると共に内周面に軸線と平行に複数個の永久磁石を設けてなる界磁とを備え、風力によって前記電機子と界磁とを相対回転させるように構成した風力発電装置において、

電機子の突極の数 N を $12n$ ($n=1, 2, 3, \dots$) に形成し、かつ界磁の磁極の数 M を $12n+2$ に形成し、前記突極に巻回される巻線をU相、V相、W相の三相巻線とし、これらの三相巻線の各相の巻線を $2n$ 個の突極連続巻きを単位にした巻線形態で順次巻回すると共に、この $2n$ 個の突極連続巻きで巻回した巻線を隣の巻線と逆方向巻きに形成し、かつU相の巻線の次にW相の巻線、W相の巻線の次にV相の巻線、V相の巻線の次にU相の巻線の順で、各相の巻線の巻き方向が次の相の巻線の巻き方向と逆方向巻きに形成したことを特徴とする風力発電装置。

【請求項5】 外周に軸線方向に延びる複数個の突極を備えこれらの突極に巻線を巻装してなる電機子と、この電機子の外方に設けられると共に内周面に軸線と平行に

複数個の永久磁石を設けてなる界磁とを備え、風力によって前記電機子と界磁とを相対回転させるように構成した風力発電装置において、

電機子の突極の数 N を $12n$ ($n=1, 2, 3, \dots$) に形成し、かつ界磁の磁極の数 M を $12n-2$ に形成し、前記突極に巻回される巻線をU相、V相、W相の三相巻線とし、これらの三相巻線の各相の巻線を $2n$ 個の突極連続巻きを単位にした巻線形態で順次巻回すると共に、この $2n$ 個の突極連続巻きで巻回した巻線を隣の巻線と逆方向巻きに形成し、かつU相の巻線の次にV相の巻線、V相の巻線の次にW相の巻線、W相の巻線の次にU相の巻線の順で、各相の巻線の巻き方向が次の相の巻線の巻き方向と逆方向巻きに形成したことを特徴とする風力発電装置。

【請求項6】 外周に軸線方向に延びる複数個の突極を備えこれらの突極に巻線を巻装してなる電機子と、この電機子の外方に設けられると共に内周面に軸線と平行に複数個の永久磁石を設けてなる界磁とを備え、風力によって前記電機子と界磁とを相対回転させるように構成した風力発電装置において、

電機子の突極の数 N を $6(n+1)$ ($n=1, 2, 3, \dots$) に形成し、界磁の磁極の数 M を $12(n+1)+2$ に形成し、前記突極に巻回される巻線をU相、V相、W相の三相巻線とし、これらの三相巻線の各相の巻線を $n+1$ 個の突極連続巻きを単位にした巻線形態で順次巻回すると共に、この $n+1$ 個の突極連続巻きで巻回した巻線を隣の巻線と同方向巻きに形成し、かつU相の巻線の次にW相の巻線、W相の巻線の次にV相の巻線、V相の巻線の次にU相の巻線の順で、各相の巻線の巻き方向が次の相の巻き方向と逆方向巻きに形成したことを特徴とする風力発電装置。

【請求項7】 外周に軸線方向に延びる複数個の突極を備えこれらの突極に巻線を巻装してなる電機子と、この電機子の外方に設けられると共に内周面に軸線と平行に複数個の永久磁石を設けてなる界磁とを備え、風力によって前記電機子と界磁とを相対回転させるように構成した風力発電装置において、

電機子の突極の数 N を $6(n+1)$ ($n=1, 2, 3, \dots$) に形成し、界磁の磁極の数 M を $12(n-1)+2$ に形成し、前記突極に巻回される巻線をU相、V相、W相の三相巻線とし、これらの三相巻線の各相の巻線を $n+1$ 個の突極連続巻きを単位にした巻線形態で順次巻回すると共に、この $n+1$ 個の突極連続巻きで巻回した巻線を隣の巻線と同方向巻きに形成し、かつU相の巻線の次にV相の巻線、V相の巻線の次にW相の巻線、W相の巻線の次にU相の巻線の順で、各相の巻線の巻き方向が次の相の巻線の巻き方向と逆方向巻きに形成したことを特徴とする風力発電装置。

【請求項8】 電機子の巻線の各相をY結線に形成したことを特徴とする請求項1ないし7の何れかに記載の風

力発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、外周に設けた複数個の突極に巻線を巻装してなる電機子と、内周面に複数個の永久磁石を設けてなる界磁とを風力によって相対回転させるように構成した風力発電装置に関するものであり、特に起動トルクが小さく、弱風でも容易に始動できる風力発電装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図5は本発明の対象である風力発電装置の例を示す構成ブロック図である。図5において、1は発電機であり、風車2によって駆動され、例えばY結線されたU、V、W各相によって誘起された3相交流電力を整流器3によって直流電力に整流し、レギュレータ4を介してバッテリー5に蓄電する。そしてこの電力はインバータ6を介して外部機器7を駆動する電源として使用されるのである。8、9は各々電圧計および電流計である。

【0003】図6は図5における従来の発電機1の構成例を示す説明図であり、固定電機子界磁回転型の例である。図6において、11は電機子であり、外周に軸線方向に延びる例えば27個の突極12を円周方向等間隔に備え、これらの突極12に巻線13を巻装して構成されている。U、V、WおよびU'、V'、W'は夫々U相、V相、W相の巻線端子である。すなわち夫々の相の巻線13は、2極置ききの3個の突極12に同一方向に巻装されており、夫々の相は前記図5に示すようにY結線されている。

【0004】次に14は界磁であり、例えば鉄鋼材料のような強磁性材料により中空円環状または碗状に形成したヨーク15の内周面に軸線と実質的に平行に例えば18個の永久磁石16を設けて構成されている。界磁14は図示省略した風車により回転するように構成されている。

【0005】上記の構成により、固定した電機子11の回りに界磁14を回転させることにより、電機子11の突極12に巻装された巻線13に交流電圧が誘起され得るのである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記構成の発電機1においては、永久磁石16と電機子11の突極12（磁極）との間に生じる磁気吸引力により、界磁14の回転を抑制するトルクが作用する。このため静止状態から界磁14を起動させるためには、突極12と永久磁石16とが正対している数が多いことにより、大なる起動トルクを必要とする。従って風力発電装置において、発電機1を風車2によって駆動する際に、弱風の場合には発電機1の始動が困難であるという問題点がある。

【0007】上記の問題点を解決する手段としては、永

久磁石16の長手方向が軸線に対して傾斜するように設けること、電機子11の突極12の長手方向が軸線に対して傾斜するように形成すること、永久磁石16を円周方向に不等間隔に設けること、または発電機1を軸線方向に複数個タンデムに接続し、界磁14と電機子11との間に作用する回転抑制トルクが最大になる回転角度位置が相互に異なるように、夫々の発電機1における界磁14と電機子11との位置関係を設定すること等が試みられている。

【0008】しかしながら、上記の手段は何れも発電機1の構造が複雑化するのみならず、製作が煩雑であり、また発電機1の出力が低減することもあると共に、起動トルクの低減の効果においても芳しいものが見られないという問題点がある。

【0009】本発明は、上記従来技術に存在する問題点を解決し、起動トルクが小さく、弱風でも容易に始動できる風力発電装置を提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、第1の発明においては、外周に軸線方向に延びる複数個の突極を備えこれらの突極に巻線を巻装してなる電機子と、この電機子の外方に設けられると共に内周面に軸線と平行に複数個の永久磁石を設けてなる界磁とを備え、風力によって前記電機子と界磁とを相対回転させるように構成した風力発電装置において、電機子の突極の数Nを9以上の3の整数倍に形成し、電機子の巻線の各相を3個の突極に巻装すると共に中間の突極には他の2個の突極の巻線とは逆方向の巻線を巻装し、界磁の磁極の数Mと前記電機子の突極の数Nとの比をM:N=8:9に形成する、という技術的手段を採用した。

【0011】本発明において、3個の突極に巻装した巻線に誘起される電圧の位相が異なるように形成することができる。

【0012】次に第2の発明においては、外周に軸線方向に延びる複数個の突極を備えこれらの突極に巻線を巻装してなる電機子と、この電機子の外方に設けられると共に内周面に軸線と平行に複数個の永久磁石を設けてなる界磁とを備え、風力によって前記電機子と界磁とを相対回転させるように構成した風力発電装置において、電機子の突極の数Nを $6n+3$ ($n=1, 2, 3, \dots$) に形成し、かつ界磁の磁極の数Mを $(6n+3) \pm 1$ に形成し、前記突極に巻回される巻線をU相、V相、W相の三相巻線とし、これらの三相巻線の各相の巻線を $2n+1$ 個の突極連続巻きを単位にした巻線形態で順次巻回すると共に、この $2n+1$ 個の突極連続巻きで巻回した巻線を隣の巻線と逆方向巻きに形成する、という技術的手段を採用した。

【0013】更に第3の発明においては、外周に軸線方向に延びる複数個の突極を備えこれらの突極に巻線を巻装してなる電機子と、この電機子の外方に設けられると

共に内周面に軸線と平行に複数個の永久磁石を設けてなる界磁とを備え、風力によって前記電機子と界磁とを相対回転させるように構成した風力発電装置において、電機子の突極の数 N を $12n$ ($n=1, 2, 3, \dots$) に形成し、かつ界磁の磁極の数 M を $12n+2$ に形成し、前記突極に巻回される巻線をU相、V相、W相の三相巻線とし、これらの三相巻線の各相の巻線を $2n$ 個の突極連続巻きを単位にした巻線形態で順次巻回すると共に、この $2n$ 個の突極連続巻きで巻回した巻線を隣の巻線と逆方向巻きに形成し、かつU相の巻線の次にW相の巻線、W相の巻線の次にV相の巻線、V相の巻線の次にU相の巻線の順で、各相の巻線の巻き方向が次の相の巻線の巻き方向と逆方向巻きに形成する、という技術的手段を採用した。

【0014】また更に第4の発明においては、外周に軸線方向に延びる複数個の突極を備えこれらの突極に巻線を巻装してなる電機子と、この電機子の外方に設けられると共に内周面に軸線と平行に複数個の永久磁石を設けてなる界磁とを備え、風力によって前記電機子と界磁とを相対回転させるように構成した風力発電装置において、電機子の突極の数 N を $12n$ ($n=1, 2, 3, \dots$) に形成し、かつ界磁の磁極の数 M を $12n-2$ に形成し、前記突極に巻回される巻線をU相、V相、W相の三相巻線とし、これらの三相巻線の各相の巻線を $2n$ 個の突極連続巻きを単位にした巻線形態で順次巻回すると共に、この $2n$ 個の突極連続巻きで巻回した巻線を隣の巻線と逆方向巻きに形成し、かつU相の巻線の次にV相の巻線、V相の巻線の次にW相の巻線、W相の巻線の次にU相の巻線の順で、各相の巻線の巻き方向が次の相の巻線の巻き方向と逆方向巻きに形成する、という技術的手段を採用した。

【0015】そして第5の発明においては、外周に軸線方向に延びる複数個の突極を備えこれらの突極に巻線を巻装してなる電機子と、この電機子の外方に設けられると共に内周面に軸線と平行に複数個の永久磁石を設けてなる界磁とを備え、風力によって前記電機子と界磁とを相対回転させるように構成した風力発電装置において、電機子の突極の数 N を $6(n+1)$ ($n=1, 2, 3, \dots$) に形成し、界磁の磁極の数 M を $12(n+1)+2$ に形成し、前記突極に巻回される巻線をU相、V相、W相の三相巻線とし、これらの三相巻線の各相の巻線を $n+1$ 個の突極連続巻きを単位にした巻線形態で順次巻回すると共に、この $n+1$ 個の突極連続巻きで巻回した巻線を隣の巻線と同方向巻きに形成し、かつU相の巻線の次にW相の巻線、W相の巻線の次にV相の巻線、V相の巻線の次にU相の巻線の順で、各相の巻線の巻き方向が次の相の巻き方向と逆方向巻きに形成する、という技術的手段を採用した。

【0016】次に第6の発明においては、外周に軸線方向に延びる複数個の突極を備えこれらの突極に巻線を巻

装してなる電機子と、この電機子の外方に設けられると共に内周面に軸線と平行に複数個の永久磁石を設けてなる界磁とを備え、風力によって前記電機子と界磁とを相対回転させるように構成した風力発電装置において、電機子の突極の数 N を $6(n+1)$ ($n=1, 2, 3, \dots$) に形成し、界磁の磁極の数 M を $12(n-1)+2$ に形成し、前記突極に巻回される巻線をU相、V相、W相の三相巻線とし、これらの三相巻線の各相の巻線を $n+1$ 個の突極連続巻きを単位にした巻線形態で順次巻回すると共に、この $n+1$ 個の突極連続巻きで巻回した巻線を隣の巻線と同方向巻きに形成し、かつU相の巻線の次にV相の巻線、V相の巻線の次にW相の巻線、W相の巻線の次にU相の巻線の順で、各相の巻線の巻き方向が次の相の巻き方向と逆方向巻きに形成する、という技術的手段を採用した。

【0017】また上記の発明において、電機子の巻線の各相をY結線に形成することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1の実施の形態を示す説明図であり、同一部分は前記図6と同一の参照符号で示す。図1において、電機子11は外周に軸線方向に延びる例えば27個の突極を円周方向等間隔に備え、これらの突極に巻線13を巻装して構成されている。そして夫々の相の巻線13は、例えば円周方向に連続する3個の突極12に巻装すると共に、それらの中間の突極12には隣接する突極12の巻線13とは逆方向の巻線13を巻装する。

【0019】例えば巻線端子U、U'間に巻装されるU相においては、中間の突極12に巻装される巻線13vは、他の2個の突極12、12に巻装される巻線13u、13wとは逆方向の巻線とする。他のV相、W相についても同様に形成する。

【0020】次に界磁14を構成するヨーク15の内周面には、軸線と実質的に平行に例えば24個の永久磁石16を設ける。この場合、前記電機子11の突極の数を N とし、界磁14の永久磁石16の数すなわち磁極の数を M としたとき、 $M:N=8:9$ となるように構成する。なお突極の数 N は3の整数倍とする。

【0021】上記の構成により、固定した電機子11の回りに風車(図示せず、図5における符号2参照)を介して界磁14を回転させることにより、電機子11の突極12に巻装された巻線13に交流電圧が誘起され得るのである。

【0022】図2は図1における各相に誘起される電圧のベクトル図である。例えば図1におけるU相の巻線13u、13v、13wに誘起される電圧の値を夫々「1」とすると、相隣の巻線間には 20° の電気角が存在するから、U相全体としての電圧の値は「2.88」となる。なお、この値については、実験によって確認している。従って夫々の相全体としての誘起電圧 E は、単

一の突極12の巻線13の誘起電圧を e とすると、 $E = 2.88e$ となることがわかる。

【0023】一方、前記図6における従来のものにおいては、各相の巻線13は、2極置き3個の突極12に同一方向に巻装されているため、単一の巻線13の誘起電圧 e に対して夫々の相全体としての誘起電圧 E は、 $E = 3e$ となる。これに対して図1に示す本発明のものにおいては誘起電圧 E の値が若干低減するが、その低減率は僅か4%に留まることがわかる。

【0024】次に図3は端子電圧を時系列的に表示した図であり、(a)、(b)は各々図1、図6の構成のものに対応している。なお図3におけるA、Bは各々発電機における線間端子電圧および整流後の端子電圧を示す。この場合、界磁の回転数は3,000rpmであり、周波数は(a)において600Hz、(b)において450Hzであった。

【0025】図3から明らかなように、従来型式のものに対応する(b)においては、交流電圧Aの波形に歪が認められると共に、直流電圧Bの脈動率が28.6%であるのに対し、本発明のものに対応する(a)においては、交流電圧Aの波形は美しい正弦波状であると共に、直流電圧Bの脈動率が14.6%であり、出力波形が極めて良好である。なお、界磁の始動トルクは、(b)において $2.09\text{N}\cdot\text{m}$ ($20.47\text{kgf}\cdot\text{cm}$)に対し、(a)においては $0.18\text{N}\cdot\text{m}$ ($1.78\text{kgf}\cdot\text{cm}$)であり、従来のものの1/10以下に大幅に低減した。

【0026】図4は出力特性を表示した図であり、端子電圧、出力および効率と負荷電流との関係を示しており、■●▲は夫々本発明のものに対応し、□○△は夫々従来型式のものに対応している。図4から明らかなように、本発明のものは従来型式のものと比較して、出力特性において遜色がないのみならず、むしろ若干向上していることが認められる。

【0027】上記の本発明のものと従来型式のものとを構成および効果の項目毎に対比して表1に示す。

【0028】

【表1】

項 目	本 発 明	従 来 技 術
電機子突極数N	27	27
界磁の磁極数M	24	18
巻線の巻き方	3極の中間を逆巻き	2極置きに3極を同方向巻き
周波数(3,000rpm)	3相600Hz	3相450Hz
出力特性	若干向上	—
始動トルク	$0.18\text{N}\cdot\text{m}$ ($1.78\text{kgf}\cdot\text{cm}$)	$2.09\text{N}\cdot\text{m}$ ($20.47\text{kgf}\cdot\text{cm}$)
脈 動 率	14.6%	28.6%

表1から明らかなように、本発明のものにおいては、界

磁の始動トルクが従来のものと比較して大幅に低減され、8.6%と従来のものの1/10以下の値となっている。このため風力が弱い場合においても、風力発電装置を容易に始動させることができる。これは界磁の磁極の数Mと電機子の突極の数Nとの比を $M:N=8:9$ とすることにより、上記磁極と突極とが同時に正対しない構成となり、最も強い磁気吸引力が分散されることに起因するものと認められる。また整流後の直流電圧の脈動率においても略半減しており、良好な出力特性が得られている。

【0029】本発明の実施の形態においては、電機子を固定し、界磁が回転するいわゆる界磁回転型のものについて記述したが、界磁を固定し、電機子が回転する型式のものであってもよく、要するに両者間に相対回転が存在すればよい。また突極および磁極を円周方向に等間隔に配設したものを示したが、必ずしも等間隔のものに限定されず、不等間隔のものであってもよい。

【0030】更に電機子の巻線についても、円周方向に連続する3個の突極に巻装する例について記述したが、これに限らず夫々の相を形成する巻線が離隔した突極に巻装されてもよく、要するに3個の突極の中間の突極に巻装される巻線が、他の2個の突極の巻線と逆方向に巻装されるように形成すればよい。

【0031】図7は本発明の第2の実施の形態を示す説明図であり、同一部分は前記図1と同一の参照符号で示す。図7において、電機子11の外周を回転する界磁14を構成するヨーク15の内部には、磁極の極性が順に異なるようにして#1ないし#26の26 ($=6\times4+2$)個の永久磁石16が配設されている。電機子11には各々27 ($=6\times4+3$)個の突極12およびスロット104が形成されており、この27個のスロット104を用い、U相、V相、W相の三相電機子巻線が9 ($=2\times4+1$)個の突極連続巻きを単位にした巻き方で順次巻回されると共に、この9個の突極連続巻きで巻回される巻線が隣の巻線に対し逆方向巻きに巻回されている。

【0032】すなわち、U相の電機子巻線は連続した9個の突極12を単位にした巻線構造がとられており、#1の突極と#2の突極の巻線は逆方向巻きに巻回され、#2の突極と#3の突極の巻線は逆方向巻きに巻回され、以下同様に#8の突極と#9の突極の巻線は逆方向巻きに巻回された9個の連続巻線からなっている。

【0033】同様にして、V相の電機子巻線は#10から#18までの突極に互いに逆方向巻きに巻回された9個の連続巻線からなっており、W相の電機子巻線は#19から#27までの突極に互いに逆方向巻きに巻回された9個の連続巻線からなっている。

【0034】このときの界磁14の磁極と電機子11との関係を示したものが図8である。図8において、T字状の交差直線は電機子11の突極を表し、その突極に付

された矢印は巻線方向を表している。電機子11の突極は27個であるのに対し、界磁14の磁極数が26極であるので、電機子11の突極と界磁14の磁極とは電気角で $180^\circ - 180^\circ \times (26/27) = 180^\circ - 173.33^\circ = 6.67^\circ$ (小数点第3桁目を四捨五入) づつずれている。

【0035】いま分かり易くするため、U相の電機子巻線の巻線 U_1 が巻回されている電機子11の突極の左端が、界磁14の#1の磁極Nの左端に一致しているものとする、巻線 U_2 の次のV相の電機子巻線の巻線 V_1 が巻回されている突極の左端は、 $6.67^\circ \times 9 = 60.03^\circ$ (上記四捨五入のため 0.03° 増えているが、正確には 60° 。図にはこの値を記入) ずれ、界磁14の#10の磁極Sの左端から 60.03° の位置にあり、界磁14の#9の磁極Nの右端から $180^\circ - 60.03^\circ = 119.97^\circ$ (正確には 120° 。図にはこの値を記入)の位置にある。すなわちV相の電機子巻線の巻線 V_1 が巻回されている突極の左端は、界磁14の#9の磁極Nの2/3の位置にある。

【0036】同様にして、巻線 W_1 の次のW相の電機子巻線の巻線 W_1 が巻回されている突極の左端は、 $6.67^\circ \times 18 = 120.06^\circ$ ずれ (上記四捨五入のため 0.06° 増えているが、正確には 120°)、界磁14の#19の磁極Nの左端から 120.06° の位置にあり、界磁14の#18の磁極Sの右端から $180^\circ - 120.06^\circ = 59.94^\circ$ (正確には 60°)の位置にある。すなわちV相の電機子巻線の巻線 V_1 が巻回されている突極の左端は、界磁14の#18の磁極Sの1/3の位置にある。

【0037】そして W_2 の次の元のU相の電機子巻線の巻線 U_1 が巻回されている突極の左端は、 $6.67^\circ \times 27 = 180.09^\circ$ ずれ (上記四捨五入のため 0.09° 増えているが、正確には 180°)、界磁14の#2の磁極Sの左端から 180.09° の位置にあり、界磁14の#1の磁極Nの右端から $180^\circ - 180.09^\circ = -0.09^\circ$ (正確には 0°)の位置にある。すなわちU相の電機子巻線の巻線 U_1 が巻回されている突極の左端は、界磁14の#1の磁極Nの0/3の位置、つまり最初の位置に戻る。すなわちU相、V相、W相の各9突極連続巻線が電気角で 120° ずれた巻線となっており、図10図示の如く、U相、V相、W相の三相交流電圧を発生させることができる巻線構造となっている。

【0038】ここで図7図示の出力電圧、例えばその一相のU相について考察すると、9突極連続巻きで巻回される巻線が隣の巻線に対し逆方向巻きに巻回されているので、各巻線 U_1 、ないし U_2 に発生した電圧は加算されることになる。すなわちベクトル U_1 を基準にして、 6.67° づつずれたベクトル U_2 、ないしベクトル U_3 をベクトル加算したときの9突極連続巻きの合成ベクトル

Uは、図9図示の如くなり、ベクトル U_1 の大きさを1 (=ベクトル U_2 、……、ベクトル U_9 の大きさ)としたとき、合成ベクトルUの大きさは8.599となる。すなわちU相の9突極連続巻きの発生電圧は、8.599である。この図7に示された多極発電機の発生電圧は、従来のものに比べその出力は $(8.599/9) \times 100 = 96.0\%$ となり、この場合もそれ程の電圧低下が生じないことが分かる。また図7から分かる様に、界磁の磁極と対応する電機子の突極との正対が少ない構造であるので、コギングトルクが小さくなる。

【0039】図11は本発明の第3の実施の形態を示す説明図である。図11において、電機子11の外周を回転する界磁14を構成するヨーク15の内部には、磁極の極性が順に異なるようにして#1ないし#10の10 (= $6 \times 1 + 4$) 個の永久磁石16が配設されている。電機子11には各々9 (= $6 \times 1 + 3$) 個の突極12およびスロット104が形成されており、この9個のスロット104を用い、U相、V相、W相の三相電機子巻線が3 (= $2 \times 1 + 1$) 個の突極連続巻きを単位にした巻き方で順次巻回されると共に、この3突極連続巻きで巻回される巻線が隣の巻線に対し逆方向巻きに巻回されている。

【0040】すなわち、U相の電機子巻線は連続した3個の突極12を単位にした巻線構造がとられており、#1の突極と#2の突極の巻線は逆方向巻きに巻回され、#2の突極と#3の突極の巻線は逆方向巻きに巻回された3個の連続巻線からなっている。

【0041】同様にして、W相の電機子巻線は#4と#5、#5と#6の突極に互いに逆方向巻きに巻回された3個の連続巻線からなっており、V相の電機子巻線は#7と#8、#8と#9の突極に互いに逆方向巻きに巻回された3個の連続巻線からなっている。

【0042】このときの界磁14の磁極と電機子11との関係を示したものが図12である。図12において、T字状の交差直線は電機子11の突極を表し、その突極に付された矢印は巻線方向を表している。電機子11の突極は9個であるのに対し、界磁14の磁極数が10極であるので、電機子11の突極と界磁14の磁極とは電気角で $180^\circ - 180^\circ \times (10/9) = 180^\circ - 200^\circ = -20^\circ$ づつずれている。

【0043】いま分かり易くするため、U相の電機子巻線の巻線 U_1 が巻回されている電機子11の突極の左端が、界磁14の#1の磁極Nの左端に一致しているものとする、巻線 U_2 が巻回されている突極の左端は 20° ずれ、巻線 U_3 が巻回されている突極の左端は更に 20° ずれている。そしてW相の電機子巻線の巻線 W_1 が巻回されている突極の左端は、更に 20° ずれているので、界磁14の#4の磁極Sの1/3の位置となる。以下同様にしてV相の電機子巻線の巻線 V_1 が巻回されている突極の左端は、界磁14の#7の磁極Nの2/3の

位置となる。次のU相の巻線 U_1 が巻回されている突極の左端は、 $20^\circ \times 9 = 180^\circ$ ずれ、界磁14の#1の磁極Nの左端と一致する。つまりU相の電機子巻線の巻線 U_1 が巻回されている突極の左端は最初の位置に戻る。すなわちU相、V相、W相の各3スロット連続巻線が電気角で 120° ずれた巻線となっており、図10図示の如く、U相、V相、W相の三相交流電圧を発生させることができる巻線構造となっている。

【0044】ここで図11図示の出力電圧、例えばその一相のU相について考察すると、3突極連続巻きで巻回される巻線が隣の巻線に対し逆方向巻きに巻回されているので、各巻線 U_1 ないし U_3 に発生した電圧は加算されることになる。すなわちベクトル U_1 を基準にして、 -20° づつずれたベクトル U_2 、ベクトル U_3 をベクトル加算したときの3突極連続巻きの合成ベクトル U は、図13図示の如くなり、ベクトル U_1 の大きさを1 (=ベクトル U_2 、ベクトル U_3 の大きさ) としたとき、合成ベクトル U の大きさは2.88となる。すなわ

U相の次にW相が出るようにした場合

界磁の磁極数：電機子の突極数	合成出力	各相の連続巻数
10：9	0.96	3
16：15	0.96	5
22：21	0.96	7
⋮		⋮
(6n+4)：(6n+3)		2n+1

図14は本発明の第4の実施の形態を示す説明図である。図14において、電機子11の外周を回転する界磁14を構成するヨーク15の内部には、磁極の極性が順に異なるようにして#1ないし#14の14 (= $12 \times 1 + 2$) 個の永久磁石16が配設されている。電機子11には各々12 (= 12×1) 個の突極12およびスロット104が形成されており、この12個のスロット104を用い、U相、V相、W相の三相電機子巻線が2 (= 2×1) 個の突極連続巻きを単位にした巻き方で順次巻回されると共に、この2突極連続巻きで巻回される巻線が隣の巻線に対し逆方向巻きに巻回されている。その上U相の巻線の次にW相の巻線、W相の巻線の次にV相の巻線、V相の巻線の次にU'相の巻線、以下同様の順で、各相の巻線の巻き方向が次の相の巻線の巻き方向と逆方向の巻線形態で巻回されている。

【0047】すなわち、U相、W相、V相の各電機子巻線は連続した2個の突極を単位にした巻線構造がとられており、U相の#1の突極と#2の突極の巻線は逆方向巻きに巻回され、そしてW相の#3の突極と#4の突極の巻線は逆方向巻きに巻回され、V相の#5の突極と#6の突極の巻線は逆方向巻きに巻回されている。しかも

ちU相の3突極連続巻きの発生電圧は、2.88である。この図11に示された多極発電機の発生電圧は、従来のものに比べその出力は $(2.88/3) \times 100 = 96.0\%$ となり、この場合もそれ程の電圧低下が生じないことが分かる。また図11から分かる様に、界磁の磁極と対応する電機子の突極との正対が少ない構造であるので、コギングトルクが小さくなる。

【0045】図11では電機子11の突極12の数が9 (= $6 \times 1 + 3$) 個、界磁14の磁極が10 (= $6 \times 1 + 4$) 個の構造の多極発電機で説明したが、一般に表2に示された関係を有する構造で、その電機子の突極の数が $6n+3$ 、界磁の磁極の数が $6n+4$ ($n=1, 2, 3, \dots$) であっても、同様なことが成立する。このときも電圧低下も少なく、その上、界磁の磁極と対応する電機子の突極との正対が少ない構造であるので、コギングトルクが小さくなる。

【0046】

【表2】

U相の#2の突極の巻線とW相の#3の突極の巻線とは、同方向巻きに巻回され、W相の#4の突極の巻線とV相の#5の突極の巻線とは、同方向巻きに巻回されている。以下同様にして、V相の#6の突極の巻線と次のU'相の#1の突極の巻線とは、同方向巻きに巻回されている。

【0048】このときの界磁14の磁極と電機子11の極との関係を示したものが図15である。図15において、T字状の交差直線は電機子11の突極を表し、その突極に付された矢印は巻線方向を表している。電機子11の突極は12個であるのに対し、界磁14の磁極数が14極であるので、電機子11の突極と界磁14の磁極とは電気角で $180^\circ - 180^\circ \times (14/12) = 180^\circ - 210^\circ = -30^\circ$ づつずれている。

【0049】いま分かり易くするためU相の電機子巻線の巻線 U_1 が巻回されている電機子11の突極の左端が界磁14の#1の磁極Nの左端に一致しているものとする、巻線 U_2 が巻回されている突極の左端は 30° ずれている。そしてW相の電機子巻線の巻線 W_1 が巻回されている突極の左端は、更に 30° ずれているので、界磁14の#3の磁極Nの $1/3$ の位置となる。以下同様

にしてV相の電機子巻線の巻線 V_1 が巻回されている突極の左端は、界磁14の#5の磁極Nの2/3の位置となる。次のU⁻相の電機子巻線の巻線 U_1^- が巻回されている突極の左端は、界磁14の#8の磁極Sの左端と一致する。以下このように関係を保ちながらずれてゆくので、図示されていないV⁻相の次U相の電機子巻線の巻線 U_1 が巻回されている突極の左端は、最初の位置に戻る。すなわちU相、V相、W相の各2突極連続巻線が電気角で 120° ずれた巻線となっており、図10図示の如く、U相、V相、W相の三相交流電圧を発生させることができる巻線構造となっている。

【0050】ここで図14図示の出力電圧、例えばその一相のU相について考察すると、2突極連続巻きで巻回される巻線が隣の巻線に対し逆方向巻きに巻回されているので、各巻線 U_1 、 U_2 に発生した電圧は加算されることとなる。すなわち、ベクトル U_1 を基準にして -30° ずれたベクトル U_2 をベクトル加算したときの2突極連続巻きの合成ベクトル U は、図16図示の如くなり、ベクトル U_1 の大きさを1(=ベクトル U_2 の大き

さ)としたとき、合成ベクトル U の大きさは1.93となる。すなわちU相の2突極連続巻きの発生電圧は1.93である。この図14に示された多極発電機の発生電圧は、従来のものに比べその出力は $(1.93/2) \times 100 = 96.5\%$ となり、この場合もそれ程電圧低下も少なく、その上、界磁の磁極と対応する電機子の突極との正対が少ない構造であるので、コギングトルクが小さくなる。

【0051】図14では電機子11の突極12の数が12(=12×1)個、界磁14の磁極が14(=12×1+2)個の構造の多極発電機で説明したが、一般に表3に示された関係を有する構造で、その電機子のスロット数が $12n$ 、界磁の磁極が $12n+2$ ($n=1, 2, 3, \dots$)であっても、同様なことが成立する。このときの電圧低下も少なく、界磁の磁極と対応する電機子の突極との正対が少ない構造であるので、コギングトルクが小さくなる。

【0052】

【表3】

U相の次にW相を逆巻きにした場合

界磁の磁極数：電機子の突極数	合成出力	各相の連続巻数
14：12	0.97	2×2
26：24	0.96	4×2
38：36	0.96	6×2
⋮		⋮
(12n+2)：12n		2n×2

ここで、図14で示される巻線形態、すなわちU相、V相、W相の三相電機子巻線が2(=2×1)突極連続巻きを単位にした巻き方で順次巻回されると共に、この2突極連続巻きで巻回される巻線が隣の巻線に対し逆方向巻きに巻回される巻線は、表4に示された関係を有するものでも、成立する。ただしこのときの界磁の極数が $12n-2$ ($n=1, 2, 3, \dots$)個、電機子の突極数

が $12n$ 個で構成され、かつU相の巻線の次にV相の巻線、V相の巻線の次にW相の巻線、W相の巻線の次にU相の巻線の順で、各相の巻線の巻き方向が次の相の巻線の巻き方向と逆方向の巻線形態で巻回されていることである。

【0053】

【表4】

U相の次にV相を逆巻きにした場合

界磁の磁極数：電機子の突極数	合成出力	各相の連続巻数
10：12	0.97	2×2
22：24	0.96	4×2
34：36	0.96	6×2
⋮		⋮
(12n-2)：12n		2n×2

このときの例えば、界磁の極数が10、電機子のスロット数が12のとき、電機子11の突極12と界磁14の

磁極とは電気角で $180^\circ - 180^\circ \times (10/12) = 180^\circ - 150^\circ = 30^\circ$ づつずれ、上記説明の図

14や表3の場合と逆のずれ方をするだけであるので、その説明は省略する。

【0054】図17は本発明の第5の実施の形態を示す説明図である。図17において、電機子11の外周を回転する界磁14を構成するヨーク15の内部には、磁極の極性が順に異なるようにして#1ないし#26の26〔=12(1+1)+2〕個の永久磁石16が配設されている。電機子11には各々12〔=6(1+1)〕個の突極12およびスロット104が形成されており、この12個のスロット104を用い、U相、V相、W相の三相電機子巻線が2〔=1+1〕突極連続巻きを単位にした巻き方で順次巻回されると共に、この2突極連続巻きで巻回される巻線が隣の巻線に対し同方向巻きに巻回されている。その上U相の巻線の次にW相の巻線、W相の巻線の次にV相の巻線、V相の巻線の次にU⁻相の巻線、以下同様の順で、各相の巻線の巻き方向が次の相の巻線の巻き方向と逆方向の巻線形態で巻回されている。

【0055】すなわち、U相、W相、V相の各電機子巻線は連続した2個の突極を単位にした巻線構造がとられており、U相の#1の突極と#2の突極の巻線、W相の#3の突極と#4の突極の巻線、V相の#5の突極と#6の突極の巻線は、それぞれの相において同方向巻きに巻回され、U相の巻線とW相の巻線、W相の巻線とV相の巻線、そしてV相の巻線と次のU⁻相の巻線は、それぞれ逆方向巻きに巻回され巻回されている。W⁻相、V⁻相の巻線についても、上記の場合と同様である。

【0056】このときの界磁14の磁極と電機子11の極との関係を示したものが図18である。図18において、T字状の交差直線は電機子11の突極を表し、その突極に付された矢印は巻線方向を表している。電機子11の突極は12個であるのに対し、界磁14の磁極数が26極であるので、電機子11の突極と界磁14の磁極とは電気角で $180^\circ - 180^\circ \times (26/12) = 180^\circ - 390^\circ = -210^\circ$ づつずれている。

【0057】いま分かり易くするためU相の電機子巻線の巻線U₁が巻回されている電機子11の突極の左端を界磁14の#1の磁極Nの左端に一致しているものとする。巻線U₂が巻回されている突極の左端は210°、すなわち界磁14の#3の磁極Nの左端から30°ずれている。そしてW相の電機子巻線の巻線W₁が巻回されている#3の突極の左端は、更に210°ずれてい

るので、界磁14の#5の磁極Nの左端から60°、すなわち1/3の位置となる。以下同様にしてV相の電機子巻線の巻線V₁が巻回されている突極の左端は、界磁14の#9の磁極Nの2/3の位置となる。図18には図示されていないが、次のU⁻相の電機子巻線の巻線U₁⁻が巻回されている突極の左端は、界磁14の#12の磁極Sの左端と一致する。以下このように関係を保ちながらずれてゆくので、図示されていないV⁻相の次U相の電機子巻線の巻線U₁が巻回されている突極の左端は、最初の位置に戻る。すなわちU相、V相、W相の各2突極連続巻線が電気角で120°ずれた巻線となっており、図10図示の如く、U相、V相、W相の三相交流電圧を発生させることができる巻線構造となっている。

【0058】ここで図17図示の出力電圧、例えばその一相のU相について考察すると、2突極連続巻きで巻回される巻線が隣の巻線に対し同方向巻きに巻回されているので、各巻線U₁、U₂に発生した電圧は加算されることとなる。すなわち、ベクトルU₁を基準にして-30°ずれたベクトルU₂をベクトル加算したときの2突極連続巻きの合成ベクトルUは、図19図示の如くなり、ベクトルU₁の大きさを1(=ベクトルU₂の大きさ)としたとき、合成ベクトルUの大きさは1.93となる。すなわちU相の2スロット連続巻きの発生電圧は1.93である。この図17に示された多極発電機の発生電圧は、従来のものに比べその出力は $(1.93/2) \times 100 = 96.5\%$ となり、この場合もそれ程電圧低下も少なく、その上、界磁の磁極と対応する電機子の突極との正対が少ない構造であるので、コギングトルクが小さくなる。

【0059】図17では電機子の突極の数が12〔=6(1+1)〕個、界磁の磁極が26〔=12(1+1)+2〕個の構造の多極発電機で説明したが、一般に表5に示された関係を有する構造で、その界磁の磁極が12(n+1)+2(n=1, 2, 3, …)、電機子のスロット数が6(n+1)であっても、同様なことが成立する。このときの電圧低下も少なく、界磁の磁極と対応する電機子の突極との正対が少ない構造であるので、コギングトルクが小さくなる。

【0060】

【表5】

U相連続同方向の次にW相を巻く場合

界磁の磁極数：電機子の突極数	合成出力	各相の連続巻数
26 : 12	0.97	2×2
38 : 18	0.96	3×2
50 : 24	0.96	4×2
⋮ ↓		⋮ ↓
$12(n+1) : 6(n+1)$		$(n+1) \times 2$

ここで、図17で示される巻線形態、すなわちU相、V相、W相の三相電機子巻線が2(=1+1)突極連続巻きを単位にした巻き方で順次巻回されると共に、この2突極連続巻きで巻回される巻線が隣の巻線に対し同方向巻きに巻回される巻線は、表6に示された関係を有するもので、成立する。ただしこのときの界磁の極数が12(=2(n+1)-2(n=1, 2, 3, ……))、電機子の

スロット数が6(n+1)で構成され、かつU相の巻線の次にV相の巻線、V相の巻線の次にW相の巻線、W相の巻線の次にU相の巻線の順で、各相の巻線の巻き方向が次の相の巻線の巻き方向と逆方向の巻線形態で巻回されていることである。

【0061】

【表6】

U相連続同方向の次にV相を巻く場合

界磁の磁極数：電機子の突極数	合成出力	各相の連続巻数
22 : 12	0.97	2×2
34 : 18	0.96	3×2
46 : 24	0.96	4×2
⋮ ↓		⋮ ↓
$12(n+1) - 2 : 6(n+1)$		$(n+1) \times 2$

このときの例えば、界磁の極数が22、電機子の突極の数が12のとき、電機子11の突極12と界磁14の磁極とは電気角で $180^\circ - 180 \times (22/12) = 180^\circ - 330^\circ = -150^\circ$ づつずれ、上記説明の図17や表5の場合と逆のずれかたをするだけであるので、その説明は省略する。

【0062】

【発明の効果】本発明は、以上記述のような構成および作用であるから、下記の効果を奏することができる。

(1) 静止状態からの始動トルクが従来のものの1/10以下の小なる値であるため、弱風であっても容易に始動することができる。

(2) 整流後の直流電圧の脈動率が従来のものの略1/2になり、出力特性が向上する。

(3) 装置の構成は従来のものと略同様であるため、余剰の費用の増加は殆どない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す説明図である。

【図2】図1における各相に誘起される電圧のベクトル図である。

【図3】端子電圧を時系列的に表示した図である。

【図4】出力特性を表示した図である。

【図5】本発明の対象である風力発電装置の例を示す構成ブロック図である。

【図6】図5における従来の発電機1の構成例を示す説明図である。

【図7】本発明の第2の実施の形態を示す説明図である。

【図8】磁極と電機子との関係説明図である。

【図9】U相の9突極連続巻きの合成ベクトル説明図である。

【図10】三相交流電圧発生説明図である。

【図11】本発明の第3の実施の形態を示す説明図である。

【図12】磁極と電機子との関係説明図である。

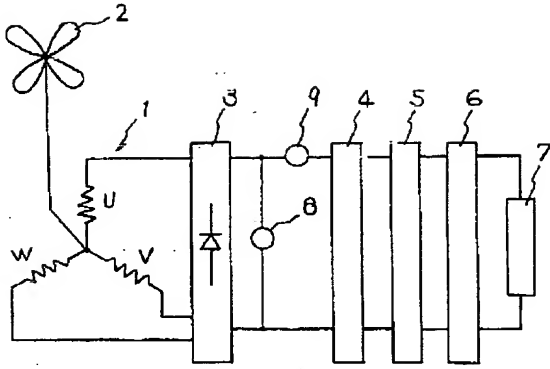
【図13】U相の3突極連続巻きの合成ベクトル説明図である。

【図14】本発明の第4の実施の形態を示す説明図である。

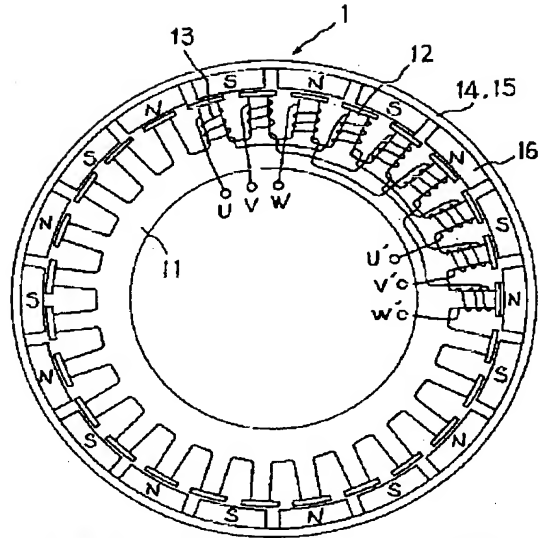
【図15】磁極と電機子との関係説明図である。

【図16】U相の2突極連続巻きの合成ベクトル説明図

【图5】

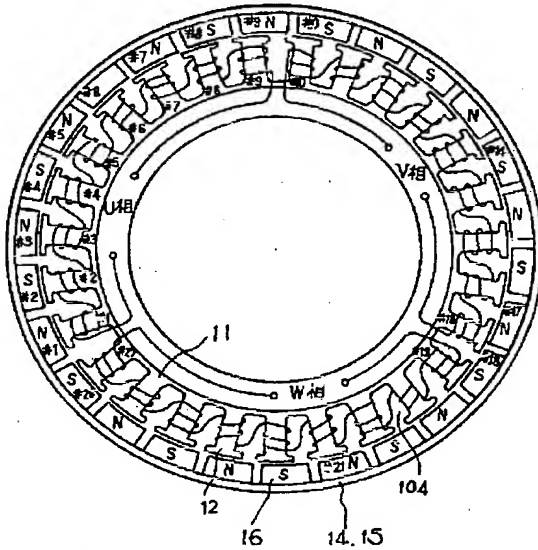


【图6】



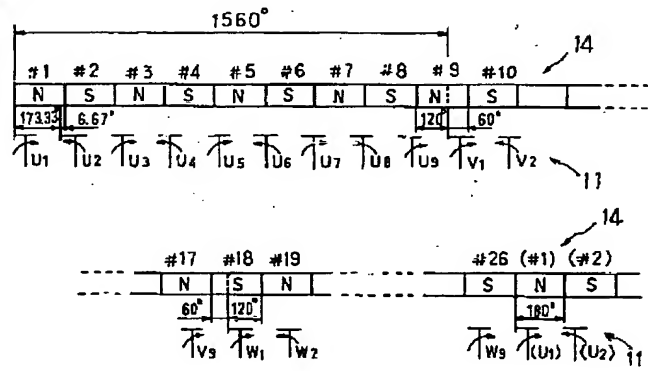
11: 电动机, 12: 线圈, 14: 永磁, 16: 永久磁石

【图7】



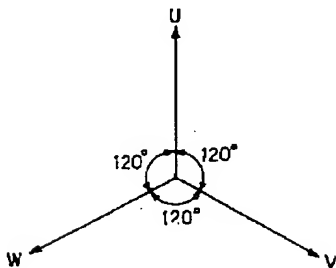
11: 电动机, 12: 线圈, 14: 永磁, 16: 永久磁石

【图8】

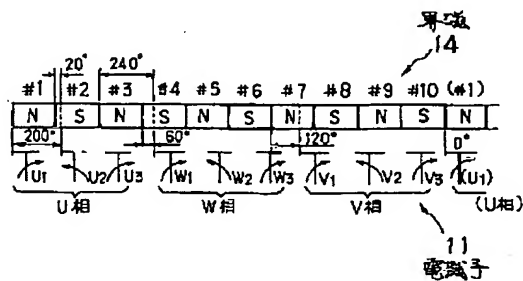


11: 电动机, 14: 永磁

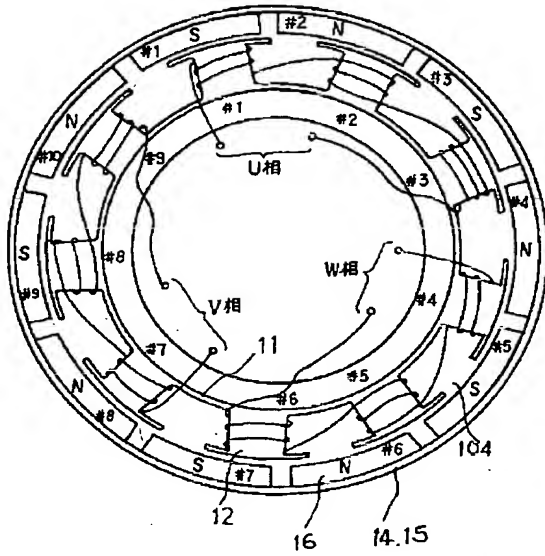
【图10】



【图12】

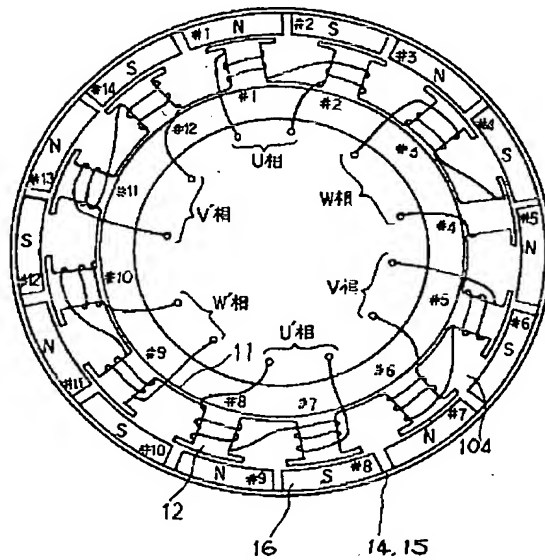


【图11】



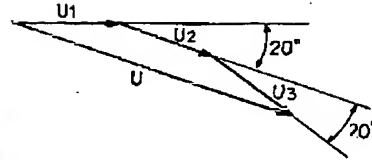
11: 电动机, 12: 夹板, 14: 导磁, 16: 永久磁石

【图14】

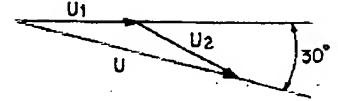


11: 电动机, 12: 夹板, 14: 导磁, 16: 永久磁石

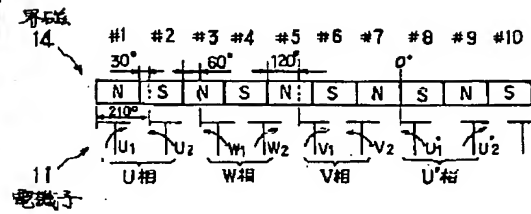
【图13】



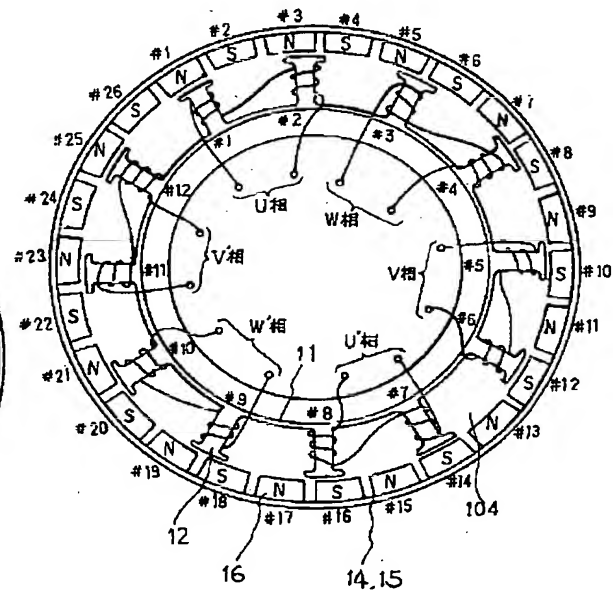
【图16】



【图15】

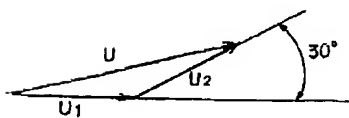


【图17】



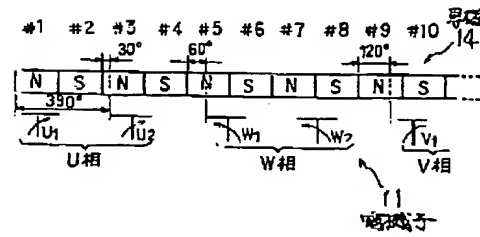
11: 电动机, 12: 夹板, 14: 导磁, 16: 永久磁石

【图19】



(14) 冊2000-60096 (P2000-60096A)

【図18】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.